Guía técnica

El cultivo del maíz



IICA

RED SICTA
PROYECTO RED DE INNOVACIÓN AGRÍCOLA

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el desarrollo
y la cooperación COSUDE

CENTA
Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova

PLAN DE AGRICULTURA FAMILIAR

Ministerio de Agricultura
y Ganadería (MAG)

GOBIERNO DE
EL SALVADOR
UNIR, CRECER, INCLUIR






Guía técnica

El cultivo del maíz

CRÉDITOS

Autor
Ing. Héctor Deras Flores
Técnico Programa Granos Básicos

Fotografías
Eduardo Funes

Comité Editorial
Lic. Marlon Sorto
Lic. Nelly Menjívar
Ing. Luis Reyes Valientes

Coordinador Programa Granos Básicos
Ing. Lauro Alarcón

Gerente de Investigación
Dr. Mario Parada Jaco

Director Ejecutivo CENTA
Ing. Alirio Edmundo Mendoza

CONTENIDO

CAPÍTULO		
00	Presentación	6
01	Importancia social y económica	9
02	Generalidades	9
03	Maíces de alta calidad proteica	10
04	Factores edafoclimáticos	11
05	Cultivares recomendados	12
06	Semilla	14
07	Labores culturales	15
08	Requerimientos nutricionales del maíz	17
09	Principales malezas	18
10	Insectos y plagas	20
11	Plagas poscosecha	25
12	Enfermedades	28
13	Cosecha	34
14	Manejo poscosecha	35
15	Anexos	37
16	Bibliografía	40

00 PRESENTACIÓN

Dr. Gerardo Escudero Columna

Representante del Instituto Interamericano
de Cooperación para la Agricultura en El Salvador

Para el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es esencial contribuir al enriquecimiento bibliográfico sobre temáticas de especial importancia para el sector agrícola, en este caso, apoyamos esta publicación técnica sobre el cultivo del maíz, pilar de la seguridad alimentaria de El Salvador.

Hoy día, y luego de muchos años, el país está experimentando cambios significativos en el sector agrícola por medio de la implementación del Plan de Agricultura Familiar (PAF), una apuesta del Estado, ejecutada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), que busca el resurgimiento del agro salvadoreño.

Dentro del Plan de Agricultura Familiar, el PAF Cadenas Productivas prioriza 10 cadenas, entre ellas la de granos básicos. En esa dinámica, y considerando el ámbito de la ejecución de proyectos regionales vinculados a la producción de maíz y frijol, con énfasis en la innovación tecnológica, como el Proyecto RedSicta, creemos que es importante aportar a la gestión del conocimiento.

Por tanto, en esta oportunidad, ponemos a disposición la Guía Técnica: El cultivo del maíz, una herramienta de consulta para productores y técnicos del agro nacional, elaborada por investigadores del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA).

Esta modalidad de investigación –socializada mediante este documento- abona a la seguridad alimentaria y la calidad de vida de los productores, mediante la generación y transferencia de tecnología apropiada.

La Guía presenta diferentes opciones de material genético de alto rendimiento-generadas por el CENTA- existentes en el mercado y disponibles para los productores; contiene un inventario de plagas y enfermedades que atacan el cultivo y sus respectivos controles químicos y biológicos para enfrentarlos; y describe, además, los procesos adecuados que deben llevarse a cabo durante la cosecha y la poscosecha del maíz, los cuales ayudan a disminuir pérdidas, entre otros.

Actualmente, el equipo PAF MAG/ CENTA/ IICA, aplica un enfoque de cadena agroproductiva, mediante el cual se aborda técnicamente el tema de granos básicos con nuevas interacciones entre los diferentes actores y con el mercado. De esa manera, el efectivo y eficiente acompañamiento técnico incluye la consulta de materiales de este tipo, para que fluya la efectiva transferencia de conocimiento y aplicación de la tecnología en el campo.

El IICA seguirá llevando a cabo distintos esfuerzos en materia de publicaciones, algunos con diferentes socios, centrados en el desafío: cosechar un agro más competitivo, fortalecido y posicionado.

Dr. Mario Parada Jaco
Gerente de Investigación Centro Nacional
de Tecnología Agropecuaria y Forestal
"Enrique Álvarez Córdova" (CENTA)

El Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA), a través del Programa Granos Básicos, investiga y valida materiales de maíz en busca de una mayor productividad y calidad; proveyéndoles valor nutricional, con el fin de combatir la desnutrición de la población, especialmente en el área rural, y con mayor énfasis en niños y ancianos.

Todo el material investigado es liberado y puesto a disposición de las familias productoras por medio de la red de agencias de extensión del CENTA y otras acciones estratégicas para su difusión.

Tal es el caso de los híbridos H-59, Oro Blanco y Platino generados por nuestra institución, que mediante un manejo agronómico adecuado, producen entre 95 y 100 quintales por manzana-rendimiento muy significativo, colaborando de esa manera con la producción de maíz en el territorio, uno de los alimentos básicos en la canasta alimenticia de la población-. Según la FAO, se estima que se consumen, anualmente, cerca de 127 kilogramos per cápita, en el área rural; y 80.51, en el área urbana.

En este marco, el CENTA pone a disposición de productores y técnicos del agro nacional una herramienta importante: la Guía Técnica: El cultivo del maíz, donde pueden encontrar información de mucho interés en el rubro del maíz en todas las fases del desarrollo del cultivo; plagas y enfermedades que lo afectan y recomendaciones técnicas para su prevención y tratamiento, entre otros.

La información que se presenta en esta guía técnica refleja el esfuerzo del CENTA en su accionar de investigación y permite a las familias productoras contar con herramientas que ayudarán a garantizar su seguridad alimentaria y nutricional.

Por tal motivo, la publicación de manuales y guías técnicas de esta naturaleza son frecuentemente editadas por nuestra institución, ya que abonan al conocimiento agronómico de técnicos y productores y fomentan una agricultura competitiva y sostenible en el tiempo.

El Plan de Agricultura Familiar (PAF), ejecutado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), junto al Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA) y la asistencia técnica del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), es la apuesta del Gobierno Central desde donde se está irradiando todo el conocimiento técnico sobre el cultivo del maíz a los productores, principales agentes de la renovación del agro salvadoreño.

01 IMPORTANCIA SOCIAL Y ECONÓMICA



El maíz es el rubro de mayor importancia dentro de la canasta alimenticia básica de la población salvadoreña. Según FAO, el consumo per cápita por año es alrededor de 80.51 kilogramos en el área urbana y 127 kilogramos en el área rural, siendo de los mayores consumos del área centroamericana, pues el 95% de la producción lo utiliza para consumo humano.

Según la Dirección General de Economía Agropecuaria (DGEA), durante el ciclo agrícola 2009-2010, la superficie sembrada con maíz fue de 374,128 manzanas (261,889 hectáreas) con una producción de más de 17 millones de quintales, y un rendimiento de 46.2 quintales por manzana.

Bajo condiciones climáticas adecuadas o mediante el aporte del riego, el maíz es el más productivo de los cereales y la rentabilidad aumenta cuando se utilizan cultivares mejorados en condiciones favorables y manejo adecuado.

02 GENERALIDADES

2.1 Origen

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las gramíneas, tribu maideas, y se cree que se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros Zea, Tripsacum y Euchlaena, cuya importancia reside en su relación fitogenética con el género Zea.

2.2 Descripción de la planta

El sistema radicular del maíz se desarrolla a partir de la radícula de la semilla, que ha sido sembrada a una profundidad adecuada, para lograr su buen desarrollo. El crecimiento de las raíces disminuye después que la plúmula emerge, y virtualmente, detiene completamente su crecimiento en la etapa de tres hojas de la plántula.

Las primeras raíces adventicias inician su desarrollo a partir del primer nudo en el extremo del mesocotilo; esto ocurre, por lo general, a una profundidad uniforme, sin relación con la profundidad con la que fue colocada la semilla. Un grupo de raíces adventicias se desarrolla a partir de cada nudo sucesivo hasta llegar a los siete o diez nudos, todos debajo de la superficie del suelo. Estas raíces adventicias se desarrollan en una red espesa de raíces fibrosas. El sistema de raíces adventicias es el principal sistema de fijación de la planta, y además absorbe agua y nutrimentos. Mistrik y Mistrikova (1995) encontraron que

el sistema de raíces adventicias seminales constituye cerca del 52% y que el sistema de nudos de las raíces es el 48% de la masa total de raíces de la planta de maíz.

El tallo de la planta es robusto, formado por nudos y entrenudos más o menos distantes; presenta de 15 a 30 hojas alargadas y abrazadoras de 4 a 10 centímetros de ancho por 35 a 50 centímetros de longitud; tienen borde áspero, finamente ciliado y algo ondulado. Desde el punto donde nace el pedúnculo que sostiene la mazorca, la sección del tallo es circular hasta la panícula o inflorescencia masculina que corona la planta.

2.3 Hábitos de floración

El maíz es normalmente monoico, con inflorescencia terminal estaminada (panoja) o flor masculina; y flores femeninas pistiladas, ubicadas en yemas laterales (mazorcas); así, el maíz produce su rendimiento económico (grano) en ramificaciones laterales. Como resultado de esta separación de mazorca y panoja, y del fenómeno llamado protrandia en la floración, el maíz es una especie alógama (de polinización cruzada) y su tipo de inflorescencia ha permitido la producción de híbridos con alto potencial de rendimiento y amplia adaptación.

03 MAÍCES DE ALTA CALIDAD PROTEICA

Son maíces que han sido desarrollados a través de métodos convencionales de mejoramiento genético y no por ingeniería genética.

La alta calidad proteica de estos maíces se debe al efecto del gen mutante Opaco-2 que duplica el nivel de los aminoácidos esenciales: Lisina y Triptofano en el grano, que proporcionan una característica harinosa, por lo que en sus inicios se les llamó maíces suaves. Este gen fue descubierto en 1964 por la Universidad de Purdue, Estados Unidos.

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova" (CENTA) han trabajado, desde la década de 1970, en el mejoramiento de poblaciones de maíz para seleccionar genes modificadores del endosperma; para obtener un tipo de grano duro parecido a un maíz normal.

Con trabajos más recientes, han logrado obtener materiales con alta calidad de proteína como el maíz Oro Blanco y otros que se describen más adelante.



04 FACTORES EDAFOCLIMÁTICOS

El maíz es una planta dotada de una amplia capacidad de respuesta a las oportunidades que ofrece el medio ambiente, y tiene alto nivel de respuesta a los efectos de la luz. Actualmente, existen diversidad de cultivares útiles para su cultivo bajo condiciones naturales muy distintas de las propias de su hábitat original.

4.1 Adaptación

El maíz posee buen desarrollo vegetativo que puede alcanzar hasta los 5 metros de altura en altitudes superiores a los 1,000 metros sobre el nivel del mar (msnm). En El Salvador, los mejores rendimientos se obtienen en el rango comprendido entre 0 a 900 msnm, y la planta alcanza una altura de 2 a 2.65 metros, por lo que estos germoplasmas son considerados como tropicales. Como cultivo comercial, crece entre las latitudes 55º N y 40º S.

4.2 Suelo

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos donde puede producir buenas cosechas, si se emplean los cultivares adecuados y técnicas de cultivo apropiadas.

En general, los suelos más idóneos para el cultivo del maíz son los de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua.

El maíz, en general, crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 7.8. Fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. Cuando el pH es inferior a 5.5 a menudo hay problemas de toxicidad por aluminio y manganeso, además de carencia de fósforo y magnesio; con un pH superior a 8 (o superior a 7 en suelos calcáreos), tiende a presentarse carencia de hierro, manganeso y zinc. Los síntomas en el campo, de un pH inadecuado, en general se asemejan a los problemas de micro nutrimentos.

4.3 Agua

La falta de agua es el factor más limitante en la producción de maíz en las zonas tropicales. Cuando hay estrés hídrico o sequía durante las primeras etapas (15 a 30 días) de establecido del cultivo puede ocasionar pérdidas de plantas jóvenes, reduciendo así la densidad poblacional o estancar su crecimiento.

Sin embargo, el cultivo puede recuperarse sin afectar seriamente el rendimiento. Cerca de la floración (desde unas dos semanas antes de la emisión de estigmas, hasta dos semanas después de ésta) el maíz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante este período.

En general, el maíz necesita por lo menos de 500 a 700 mm de precipitación bien distribuida durante el ciclo del cultivo.

El maíz es muy sensible también al aniego o encharcamiento; es decir, a los suelos saturados y sobresaturados. Desde la siembra,

hasta aproximadamente los 15-20 días, el aniego por más de 24 horas puede dañar el cultivo (especialmente si las temperaturas son altas) porque el meristemo está debajo de la superficie del suelo en esos momentos.

Más tarde, en el ciclo de cultivo, el aniego puede ser tolerado durante períodos de hasta una semana, pero se reduce considerablemente el rendimiento.

05 CULTIVARES RECOMENDADOS

Dada la importancia de este cultivo, el CENTA, a través del Programa de Granos Básicos, ha dedicado mucho esfuerzo a la investigación agrícola de este rubro. Se han realizado trabajos desde hace más de 40 años, desde cuando se generaron los primeros híbridos nacionales (H-3 y H-5) que superaron las variedades criollas, y que dio como resultado un incremento en la producción de maíz, siendo líder en la región centroamericana.

Entre los diversos cultivares generados por el CENTA, además de H-3 y H-5, se pueden mencionar los híbridos blancos H-53, H-56, H-57 y HQ-61, entre otros, y la variedad de polinización libre CENTA-Pasaquina con tolerancia a sequía. Todos estos cultivares, en su momento, representaron una buena alternativa para los agricultores.

Para finalizar el 2011, el CENTA cuenta con los híbridos de grano blanco H-59, Oro Blanco y Platino; los dos últimos, además de su alto potencial de rendimiento, poseen niveles superiores de aminoácidos esenciales: Lisina y Triptofano; por lo que se les denomina de alta calidad proteica (ACP). Entre los cultivares de polinización libre de grano blanco se cuenta con CENTA Pasaquina para zonas de humedad limitada; y Protemás, de alta calidad proteica. En grano amarillo, con CENTA Dorado, que también es de alta calidad proteica.

En los cuadros 1 y 2 se presentan las características agronómicas de los híbridos y variedades de maíz generados por el CENTA que se encuentran en el mercado.



Cuadro 1. Características agronómicas de híbridos de maíz generados por CENTA

CARACTERÍSTICAS	HÍBRIDOS		
Tipo de cultivar	H-59	ORO BLANCO	PLATINO
	Híbrido Triple	**Híbrido doble (ACP)**	**Híbrido doble (ACP)**
Ciclo vegetativo[1]	110-115 días	115-120 días	115-120 días
Días a floración	55	57	57
Altura de planta (cm)	247	259	219
Altura de mazorca (cm)	135	112	130
Reacción a sequía	No evaluada	No evaluada	No evaluada
Reacción al acame	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Aspecto de tallo	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso
No. Hileras/mazorca	14	14	14
Color/tipo de grano	Blanco semi dentado	Blanco Cristalino	Blanco Cristalino
Potencial de rendimiento (qq/mz)	95-100	95-100	95-102

Cuadro 2. Características agronómicas de variedades de polinización libre de maíz, generados por el CENTA

CARACTERÍSTICAS	VARIEDADES		
Tipo de cultivar	CENTA PASAQUINA*	CENTA PROTEMAS	CENTA DORADO
	Variedad de polinización libre	**Variedad de polinización libre (ACP)**	**Variedad de polinización libre (ACP)**
Ciclo vegetativo[1]	90-95 días	95 días	95 días
Días a floración	45	50	53-56
Altura de planta (cm)	187	240	255
Altura de mazorca (cm)	89	110	132
Reacción a sequía	Tolerante	No evaluada	No evaluada
Reacción al acame	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Aspecto de tallo	Vigoroso	Vigoroso	Vigoroso
No. Hileras/mazorca	14	14	14
Color/tipo de grano	Blanco Dentado	Blanco semi cristalino	Amarillo Cristalino
Potencial de rendimiento (qq/mz)	65	75	60-80

* Variedad liberada en 1987 que aún es utilizada por los agricultores especialmente en las regiones occidental y oriental de El Salvador.

1 El ciclo vegetativo puede variar de acuerdo a la localidad, época de siembra y manejo.

La generación de cultivares de alta calidad proteica (ACP) permite a El Salvador contar con una fuente de proteína al alcance de la familia salvadoreña, especialmente la familia rural. Para que un germoplasma sea considerado de alta calidad proteica, este debe tener un índice de calidad superior al 80%. En el cuadro 3 se presentan los contenidos nutricionales entre germoplasma de endosperma normal y de alta calidad proteica.

Cuadro 3. Valor nutritivo de maíces de alta calidad proteica comparado con maíz común

CULTIVAR	% NITRÓGENO	% TRIPTOFANO	% PROTEÍNA	ÍNDICE DE CALIDAD
Oro Blanco	1.72	0.103	10.78	0.96
Platino	1.53	0.092	9.50	0.96
H-59	1.64	0.04	10.23	0.40
Protemás	1.79	0.111	11.20	0.99

06 SEMILLA



Es muy importante usar semilla de alta germinación (mínimo 85%) y de pureza varietal, características que son garantizadas por los productores de semilla. Para el caso de maíces híbridos es recomendable adquirir nueva semilla para cada siembra; mientras que para variedades mejoradas de polinización libre la semilla puede utilizarse por dos o tres años, previa a una correcta selección.

6.1. Forma y tamaño

En la semilla de maíz se pueden encontrar formas redondas y planas, así como tamaños, desde pequeños, hasta extra grandes. Es muy importante saber que todos los tipos y tamaños de semilla de maíz tienen las mismas características genéticas; en el caso de los híbridos poseen la potencialidad de vigor híbrido que los hace de mayor potencial de rendimiento, lo que quiere decir que la forma de la semilla no es determinante para una buena producción comercial.

6.2. Cantidad de semilla por manzana

La cantidad de semilla a utilizar por unidad de superficie puede variar según el tamaño de la semilla y el tipo de híbrido y/o variedad que se utilice.

Por ejemplo, una libra de semilla de tamaño extra grande puede tener 1,270 semillas, y una libra de tamaño pequeño del mismo híbrido puede tener 1,910. Esto significa que con una libra de semilla de tamaño pequeño podemos sembrar más área o superficie.

Para sembrar una manzana en forma manual se utilizan aproximadamente 25 libras (16 kg/ha) de semilla; mientras que en forma mecánica se emplean 30 libras por manzana (19 kg/ha).

07 LABORES CULTURALES

7.1 Preparación del suelo

La labranza mínima es un método beneficioso para agricultores que tienen terrenos inclinados o con buen drenaje, ya que disminuye la erosión; también permite una mayor retención de humedad al no remover ni exponer el suelo a la acción del viento.

Si la maleza tiene más de 50 cm de alto, se realiza una chapoda y, entre 8 a 15 días despiués, se debe aplicar un herbicida quemante como Paraquat o un traslocable como Glifosato.

Si la preparación del suelo es mecanizada, es conveniente realizar un paso de arado, dos o tres pasos de rastra y si fuera posible, realizar una nivelación del suelo. Las rastreadas se pueden hacer a 15 ó 20 cm de profundidad dependiendo del tipo del suelo; el último paso de rastra es recomendable hacerlo antes de la siembra.

7.2 Siembra

En El Salvador se conocen 3 épocas de siembra:

7.2.1. Primera

Esta época generalmente comprende desde el 15 al 30 de mayo, para la zona costera (0 a 400 msnm); y del 15 de mayo hasta el 15 de junio, para los valles intermedios (400 a 900 msnm). Estas fechas pueden variar de acuerdo con el establecimiento de la época lluviosa.

7.2.2. Postrera

Época llamada también tunalmil, comprendida del 15 al 31 de agosto, especialmente para valles intermedios (400 a 900 msnm) y la región oriental del país. En esta época, puede tenerse el riesgo que la estación lluviosa termine antes que el cultivo haya llegado a su etapa de madurez o secado; lo que puede traer como consecuencia disminución del rendimiento.

7.2.3. Apante

Es la que se realiza en aquellos terrenos que permanecen inundados durante la época lluviosa, los cuales retienen suficiente humedad para ser utilizada hasta que la época lluviosa finalice. Los meses de siembra pueden variar según las circunstancias de cada zona, la época puede comprender desde diciembre hasta febrero.

En zonas donde se cuenta con riego, las épocas de siembra pueden variar según las necesidades o planificación de cada agricultor, pero es recomendable sembrar entre el 1 de diciembre hasta el 15 de enero.

7.3 Métodos de siembra

La siembra puede efectuarse en dos métodos o formas:

7.3.1 Manual

Esta se efectúa especialmente en terrenos con pendientes mayores al 20%, utilizando para ello el chuzo o espeque para hacer un hueco en el suelo y depositar la semilla. El distanciamiento entre surco oscila entre 0.80 a 0.90 cm y; entre posturas, 0.40 a 0.50 m, depositando 2 semillas en cada una de ellas, para obtener una densidad de 50,000 plantas por hectárea (43750 plantas/mz). La población óptima para una producción satisfactoria es 6,5000 plantas/ha (4,5000 plantas/mz) que se obtiene con un distanciamiento entre surco de 0.8 m a 0.40 cm entre postura y dos plantas por postura. Los distanciamientos entre surco pueden variar dependiendo si el agricultor siembra cultivos en relevo como frijol o sorgo (maicillo), pero en especial la topografía del terreno y otras circunstancias como la existencia de piedras en el mismo.

7.3.2 Mecanizada o con tracción animal

Este método se utiliza en terrenos de topografía plana a semiplana, donde tanto la preparación del suelo como la siembra pueden ser mecanizadas. Se puede también realizar la preparación de suelo (arado, rastra) con maquinaria; luego, surcar con bueyes y sembrar en forma manual, dejando un distanciamiento entre surco de 0.80 a 0.90 cm, y 0.40 a 0.50 cm entre postura, depositando 2 semillas en cada una.

Cuando las áreas son más grandes, la siembra se efectúa con maquinaria, con un distanciamiento entre surco igual que el anterior, la sembradora deposita de 10 a 12 semillas por metro lineal, efectuando posteriormente un raleo para dejar un distanciamiento entre plantas de 0.20 a 0.25 cm. En ambos sistemas, la densidad puede variar entre 50,000 a 60,000 plantas por hectárea (35,000-45,000 plantas/mz).



08 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DEL MAÍZ

El maíz es una planta con capacidad de crecimiento rápido y alta producción que requiere cantidades considerables de nutrimentos.

En el cuadro 4 se presentan las necesidades de algunos elementos nutritivos para el maíz híbrido de alta producción.

Cuadro 4. Elementos nutritivos necesarios para el maíz

ELEMENTO	KG/HA
* Nitrógeno	187
* Fósforo	38
* Potasio	192
*Calcio	38
* Magnesio	44
* Azufre	22
Cobre	0.1
Zinc	0.3
Boro	0.2
Hierro	1.9
Manganeso	0.3
Molibdeno	0.01

*Nutrimentos que se absorben en mayores cantidades (macroelementos) y elementos secundarios.

8.1 Nitrógeno

La demanda de Nitrógeno aumenta conforme la planta se desarrolla; cuando se aproxima el momento de la floración, la absorción de este elemento crece rápidamente, en tal forma que al aparecer las flores femeninas, la planta ha absorbido más de la mitad del total extraído durante todo el ciclo. Los híbridos de alto rendimiento en grano necesitan unos 30 kilogramos de Nitrógeno por cada tonelada de grano producida.

8.2 Fósforo

Aunque la cantidad de Fósforo en la planta de maíz es baja en comparación con el Nitrógeno y el Potasio, este es un elemento importante para la nutrición del maíz, y las mayores concentraciones se presentan en los tejidos jóvenes.

También este elemento es muy importante para el desarrollo radicular. La cantidad de Fósforo extraída por las plantas en condiciones normales de cultivos es aproximadamente 10 kilogramos por tonelada de grano cosechado.

8.3 Potasio

El maíz necesita grandes cantidades de Potasio y casi lo toma en los 30 primeros días de la planta.

8.4 Fertilización

El maíz es muy exigente en elementos nutritivos, comparado con otros cultivos, por lo que en un plan de fertilización se debe tomar en cuenta los resultados del análisis químico del suelo y su recomendación, esto le garantiza suplir de los elementos nutritivos necesarios a la planta y evitar gastos innecesarios.

El método de aplicación del fertilizante más recomendable es por postura e incorporado;

aunque existen otros, tales como: postura superficial y en banda. Es importante tomar en cuenta que para que un fertilizante ejerza su acción, es indispensable que exista buena humedad en el suelo.

De no contar con el análisis de suelo se recomienda uno de los planes siguientes:

8.4.1 Para suelos de textura fina (francos y franco-arcilloso)

Aplicar 325 kg/ha de fórmula 16-20-0 (5 qq/mz) a la siembra, u ocho días después de siembra, como primera fertilización: La segunda, hacerla con 253 kg/ha (4 qq/mz) de Sulfato de Amonio ó 116 kg/ha (180 lb/mz) de Urea, a los 30 días después de siembra.

8.4.2 Para suelos de textura gruesa (arenosos)

Aplicar como primera fertilización, 325 kg/ha de fórmula 16-20-0 (5 qq/mz) a la siembra, o hasta ocho días después de la siembra. Una segunda fertilización a los 30 días después de siembra con 130 kg/ha (2 qq/mz) de Sulfato de Amonio.

En una tercera fertilización, 45 días después de la siembra, se deben aplicar 65 kg/ha (1 qq/mz) de Urea.

09 PRINCIPALES MALEZAS

Una maleza es cualquier planta que constituye un peligro, molestia o causa daños al hombre, animales o, en este caso, al cultivo de maíz.

El desarrollo del cultivo de maíz en los primeros 30 días es crítico, por lo que se debe asegurar que crezca libre de la competencia de malezas, pues se estima que éstas son causantes del 10 al 84% de la reducción en su rendimiento.

Es importante distinguir entre malezas de hojas anchas y gramíneas, ya que difieren en su reacción a herbicidas y métodos de control. En el cuadro 5 se muestran algunas malezas que afectan al cultivo de maíz.

9.1 Control de malezas

9.1.1 Mecánico

Consiste en realizar labores manualmente (con cuma, azadón) o mecanizada (con cultivadora adaptada a un tractor), dependiendo del tipo de terreno.

Si las malezas se combaten mecánicamente, se deben efectuar dos limpias durante los primeros 30 días de crecimiento del cultivo, en forma superficial, sin dañar el sistema radicular del cultivo.

9.1.2 Químico

Consiste en aplicar herbicidas solos o mezclados inmediatamente después de la siembra (pre siembra) o posemergencia, cuando las malezas tengan dos o tres hojas. Este control tiene la ventaja de evitar daños al sistema radicular de las plantas.

En el anexo 1 se presentan algunos herbicidas que pueden ser utilizados en el control de malezas en el maíz, con sus respectivas dosis.

Al aplicar estos productos, se debe ser tener cuidado, ya que sus dosis varían con la edad de las malezas, tipo de suelos, contenido de materia orgánica, así como de las condiciones climáticas del lugar (temperatura, viento y otras).

Al utilizar un herbicida hay que considerar el cultivo que se desee sembrar en relevo, ya que estos pueden tener algún efecto residual negativo sobre el segundo cultivo; por ejemplo, el 2,4 D en frijol y alachlor en sorgo.

Cuadro 5. Principales malezas que afectan el cultivo de maíz

TIPO DE MALEZA	GÉNERO Y ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Hoja ancha	*Baltimore recta*	Flor amarrilla
	Bidens pilosa	Mozote, mozote negro
	Melampodium divaricatum	Flor amarilla, hierba de chucho
	Physalis sp	Tomatillo, farolito
	Amaranthus spinosus	Bledo o güisquilite
	Ageratum conyzoides	Santa Lucía, mejorana
	Euphorbia hirta	Golondrinilla, hierba de sapo
	Boerhavia erecta	Palo de leche
	Ipomoea sp	Campanilla
	Portulaca oleracea	Verdolaga
	Sida sp	Escobilla
Hoja angosta (gramíneas)	*Eleusine indica*	Zacate amargo, pasto de gallina
	Digitaria sanguinalis	Salea
	Ixophorus unixetus	Zacate de agua
	Cynodon dactylon	Pasto bermuda, barrenillo
	Sorghum halepense	Zacate Johnson
Ciperáceas	*Cyperus rotundus*	Coyolillo
	Cyperus spp	Coyolillo

10 INSECTOS Y PLAGAS

Desde el momento de la siembra, el maíz está expuesto a los ataques de numerosas plagas, y entre los factores principales que favorecen o dificultan la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo están: condiciones de clima, labores preparatorias del terreno, rotación de cultivos y el control de malas hierbas, entre otros.

Existe una diversidad de insectos-plagas que atacan el cultivo; así se tiene el grupo de las palomillas que, en su estado larvario, son conocidas como gusanos cortadores, soldados, eloteros, barrenadores, etc., y son los que más daños causan; luego están los escarabajos que en general son llamados gusanos de las raíces, gusanos de alambre, gallinas ciegas, barrenadores del grano y gorgojos. En orden de importancia, les sigue el grupo de insectos que actúan como vectores de virus, microplasmas, bacterias y hongos; que en algunas zonas del país pueden provocar la pérdida completa del cultivo.

Actualmente, existen cultivares de maíz genéticamente modificados que toleran o resisten los ataques de ciertas plagas. En nuestro país, actualmente, dichos cultivares no se están utilizando.

10.1 Insectos plagas del suelo

Las plagas del suelo que atacan al maíz son comunes a otros cultivos como el sorgo. En el cuadro 6, se presentan las plagas del suelo de mayor importancia económica en maíz.



Fig. 1



Fig. 2

Fig. 1 Gallina ciega (larva)
Fig. 2 Gusanos de alambre (familia *Elateridae*)

Cuadro 6. Plagas del suelo en el cultivo de maíz

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DAÑO	CONTROL
Gallina ciega chorontoco oruga gusano blanco joboto	*Phyllophaga* spp *Anomala* spp *Ciclocephala* spp *Lygirus* sp	Se alimentan de las raíces y base del tallo por lo que causan la marchitez y muerte de la planta.	Tratar la semilla con insecticidas como: carbosulfan en dosis de 225 gramos/25 libras de semilla o imidacloprid en dosis de 136 g/30 libras de semilla.
Gusano de alambre	*Metanotus* sp *Aeolus* sp	Se alimentan de las raíces y base del tallo por lo que causan la marchitez y muerte de la planta.	Imidacloprid en dosis de 136 g/30 libras de semilla Thiodicard 1 L/46 kg de semilla. 250 cc/25 lb de semilla
Piojo de zope	*Blapstinus* sp *Ulus* sp *Epitragus* sp	Daña los granos próximos a germinar y las raíces de las plántulas se doblan y mueren.	Los productos anteriores son específicos para usarse en tratamiento a la semilla, pero puede utilizarse productos granulados al suelo como foxim, 64/ha (100 lb/mz) carbofuran 5G
Gusano cuerudo Tierreros, hacheros y cortadores	*Agrotis* sp *Feltia* sp	Se alimentan de las raíces y base del tallo por lo que causan la marchitez y muerte de la planta.	12 a 18 kg/ha. Clorpirifos, 9-13 kg/ha (15-20 lb/mz)

10.2 Insectos-plagas de follaje

A continuación, se presentan los principales insectos-plagas que atacan el follaje y que son de interés económico en el cultivo de maíz, con algunas alternativas de control.

10.2.1 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Es una plaga universal de gran importancia económica que, dependiendo de algunos factores como la edad de la planta, estadio de plaga, condición del clima, así es la severidad del ataque. Cuando el clima es caliente y seco, las larvas completamente desarrolladas, que han caído al suelo antes de convertirse en pupas, empiezan a alimentarse en la base de la planta, cercenando el tallo tierno. En períodos de sequía su presencia y acción puede ser fatal.

Daño: corta el tallo cuando las plantas recién emergen; y cuando están bien desarrolladas, la desfolian; puede atacar la flor masculina, lo cual provoca interrupción del proceso normal de polinización. También ataca perforando la mazorca tierna por lo que se conoce como gusano elotero.

Antes de iniciar un control de esta y otras plagas es recomendable realizar un muestreo para determinar los umbrales de daño. El muestreo se puede efectuar de la siguiente manera:

Se tomarán 5 puntos al azar de 20 plantas cada uno y se saca el porcentaje de daño. Si el resultado del muestreo determina que hay un 5% de daño entre la etapa de emergencia de plántulas hasta ocho hojas, se debe considerar el control. Después de las ocho hojas, hasta la floración, realizar muestreo por lo menos una vez por semana. Y si el porcentaje de daño es igual o superior al límite establecido, entonces se recomienda el control con insecticidas granulados.

Para controlar esta plaga se dispone de varias opciones:

Control cultural: mantener libre de malezas gramíneas.

Control biológico:

- *Trichogramma* sp parasitoide del huevo
- *Apanteles* sp parasitoide larval
- *Geocoris* spp
- *Orius* sp depredadores del huevo
- *Nabis* sp
- *Zelus* spp
- *Crysopa* sp
- *Polistes* sp
- *Polybia* sp depredadores larvales

Control químico:

- Teflubenzuron: 10 cc/bomba de 4 galones.
- Lufenuron: 0.5 copa/bomba de 4 galones.
- Bacilus thuringiencis: 1.5 copa/bomba de 4 galones.
- Deltametrina: 15 cc/bomba de 4 galones.
- Deltametrina, 25 tab (1-2 tabletas/bomba de 4 galones).
- Foxim: 1 copa/bomba de 4 galones.
- Foxim: (2.5 G) 5 kg/ha (8 lb/mz), aplicar sólo a plantas dañadas.



Fig. 3

10.2.2 Tortuguillas (*Diabrotica* sp, *Acalymma* sp, *Cerotoma* sp, *Colaspis* sp)

Dependiendo de su densidad poblacional puede tener poca o mucha importancia, especialmente como adultos en las plántulas, y como larvas, en las raíces.

Daño: Los adultos comen el follaje, pueden dañar los estigmas de la flor femenina (jilote), afectando la polinización, lo cual provoca un mal llenado de grano en la mazorca; las larvas o gusanos pueden taladrar las raíces, lo que puede resultar en tallos deformados (curvos o inclinados).

Control biológico: Existen en el ambiente insectos controladores naturales como por ejemplo: *Celatoria diabrotica*, que es un parásito del adulto y *Solenopsis geminata*, depredador del huevo de la plaga.

Control químico: Similar a *Spodoptera*.



Fig. 4



Fig. 5

Fig. 3 Los Daños causados en el follaje por los gusanos cogolleros llegan a ser muy evidentes .
Fig. 4 Tortuguilla alimentándose de los márgenes foliares.
Fig. 5 Larvas de tortuguilla.

10.2.3 Chicharrita del maíz, cigarrita (*Dalbulus maydis*).

Daño: Los adultos y ninfas chupan la savia en la base de las hojas y pueden causar amarillamiento, pero su principal importancia estriba en que son transmisores de los virus que causan el achaparramiento y el rayado fino del maíz. La mayor incidencia de estos problemas se da en zonas bajas.

Control cultural: No sembrar tardíamente.

Control químico: Tratar la semilla con un producto sistémico como Imidacloprid, en dosis de 136 g por 30 lb de semilla; hacer aplicaciones foliares con deltametrina. En vista de las características y hábitos alimenticios del insecto, se recomienda aplicar los insecticidas temprano en la mañana, que es cuando la chicharrita tiene mayor actividad, y por lo tanto el control es más eficaz.

Control fitogenético: sembrar híbridos mejorados resistentes al achaparramiento.

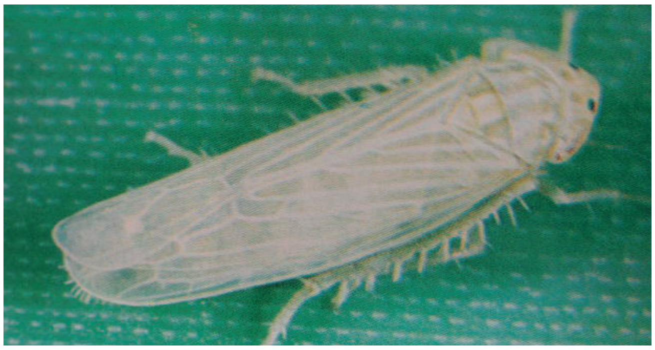


Fig. 6

10.2.4 Gusano medidor (*Mocis latipes*), falso medidor (*Trichoplusia ni*).

Esta plaga tiene importancia relativa, ya que su aparición es esporádica y localizada; cuando aparece puede provocar serios daños al follaje:

Control: similar a *Spodoptera frugiperda*.

10.2.5 Barrenadores del tallo (*Diatraea* sp)

Plaga de moderada importancia. La severidad del daño depende de la edad de la planta, aunque puede ser seria a nivel local.

Daño: Hace túneles en los entrenudos, por lo que reduce el vigor del tallo, contribuyendo al acame. Puede taladrar mazorcas, provocándoles lo que se conoce como "corazón muerto".

Control químico: Una aplicación de granulados al cogollo podría dar algún buen resultado; no obstante esta plaga es de difícil control, debido a que normalmente se encuentra protegida por el mismo tallo.

Se pueden mencionar otras plagas como: *Elasmopalpus lignosellus* (barrenador menor del maíz), *Helicoverpa zea* (elotero), E*stigmene acrea* (gusano peludo), *Euxesta major* (mosca del tallo) pueden ser de ocurrencia esporádica y localizada; aunque pueden estar presentes, su daño es menor.

Fig. 6 Chicharrita adulta (*Dalbulus maidis*), transmisora el virus del achaparramiento.

11 PLAGAS POSCOSECHA

11.1 Insectos-plagas

Hay 13 especies de insectos que están bien adaptadas para vivir en los granos del maíz almacenado y que son responsables por la mayor parte del daño que sufren los granos de maíz, tanto en el campo como en las condiciones de almacenamiento comercial.

Estos insectos son considerados pestes de primera importancia, porque pueden atacar granos de maíz enteros y sanos.

Además, hay 175 especies de insectos y ácaros consideradas secundarios, pero que pueden ser dañinos cuando son abundantes y bajo condiciones ambientales especiales, como falta de higiene, alto contenido de humedad del grano, altas temperaturas y granos indebidamente procesados, y pueden convertirse en enemigos importantes.

11.1.1 Picudo del maíz (*Sitophilus zea mays*).

Estos insectos son ampliamente conocidos por los daños que ocasionan a los granos almacenados, y en general se les llama picudos de los granos (*Sitophilus granarius*).

El que ataca al grano de arroz se le llama picudo del arroz (*Sitophilus orizae*).

El picudo del maíz, ocasionalmente, inicia su infestación en el campo y, cuando llega el maíz al almacén se reproduce rápidamente.

11.1.2 Barrenillo de los granos (*Rhizopertha dominica*)

Tiene bastante difusión en el mundo por el daño que causa a casi todos los granos; tanto los adultos como las larvas son voraces y se alimentan de productos almacenados, principalmente de cereales y granos sanos.

11.1.3 Barrenador de los granos (*Prostephanus truncatus*)

Este insecto es similar en apariencia y hábitos al barrenillo de los granos, con la diferencia que es un poco más grande; comienza su ataque en el campo poco antes de la cosecha y cuando la larva emerge empieza a devorar el grano en su proceso alimenticio.

11.1.4 Gorgojos castaños de la harina (*Tribolium confusum y T. castaneum*).

Estos dos insectos se encuentran en todo tipo de harina; suelen estar en lugares oscuros, húmedos, donde el grano no ha sido removido durante un periodo prolongado.

Atacan una gran variedad de productos como granos, harinas, polvo de hornear y otros materiales almidonosos.

Solamente se alimentan de granos cuando están quebrados o triturados o cuando han sido atacados por picudos, barrenadores y palomillas.

El daño más importante que causa es la contaminación de las harinas y productos

derivados de grano. Se reproducen fácilmente en granos sucios y quebrados.

11.1.5 Palomilla de los graneros (*Sitotroga cerealella*).

Esta plaga abunda y se reproduce rápidamente en los trópicos y climas cálidos; inicia su infestación en el campo y continúa reproduciéndose en el granero, debido a que las bajas temperaturas la afectan; únicamente en el estado larvario se alimenta de maíz (mazorca y granos), de trigo y otros granos almacenados.

11.1.6 Palomilla de la harina (*Plodia interpuntella*).

Esta palomilla es una de las más comunes y perjudiciales a los granos y productos almacenados.

El material infestado se cubre con las masas de seda que segrega la larva y por sus excrementos que quedan adheridos a los granos y harinas.

Es causante del daño de varios productos alimenticios como: harina de todo tipo de grano, frutas secas, leche en polvo y raíces secas, siendo la etapa larvaria la más destructiva y perjudicial.

Consumen principalmente el embrión o germen del grano. Esta plaga se reproduce con facilidad en el maíz en mazorca y en trojas.

11.2. Roedores

Los roedores son plagas que muchas veces pasan inadvertidas, sin darle la debida importancia. Las ratas y los ratones representan un problema muy serio en el proceso de manejo y conservación de granos y productos alimenticios.

Los roedores representan un peligro muy serio para la salud del hombre y de los animales domésticos, pues además de alimentarse de los granos almacenados, son transmisores de enfermedades como la leptopirosis.

Desde el punto de vista del manejo, del almacenamiento y de la conservación de granos y alimentos, hay tres tipos de roedores que son de gran importancia económica:

- Rata Noruega (*Rattus norvegicus*). Este roedor es el más grande de los tres y es muy fuerte; busca el grano de los campos de cultivo en forma muy activa y hace edificaciones donde se tiene el grano almacenado.
- Rata de techo (*Rattus rattus*). Esta rata prefiere trepar que cavar, puede trepar paredes de concreto, cables y árboles. En muchas áreas, es la más dañina para el grano almacenado.
- Ratón casero (*Mus musculus*). Es el de menor tamaño, pesa aproximadamente 16 gramos, tiene cola larga y nariz puntiagudas, es de color café grisáceo.

En general, el control de plagas poscosecha se puede realizar sin productos químicos; sin embargo, existen métodos tradicionales como: la exposición del grano al sol, mezclando arena o ceniza con el grano, ahumado del grano, etc., para lo cual se recomienda:

- Limpiar y secar bien el grano (al 12% de humedad).
- Asegurar que los recipientes y el área de almacenamiento estén limpios; sacudir las paredes, techos y quitar los granos viejos antes de colocar el grano nuevo.
- Almacenar el grano lejos de áreas húmedas.
- Mantener el grano almacenado, alejado de los rayos del sol para que esté fresco, ya que en el grano caliente los insectos se reproducen más.
- Mantener el grano almacenado lo más lejos posible de los campos de cultivo para que las plagas no lleguen tan fácilmente de los campos a los sitios de almacenamiento.
- Almacenar únicamente grano completo y sano.
- Revisar periódicamente el grano.

Cuando el combate de plagas no es eficiente con los métodos tradicionales, en donde se ponen en práctica medidas de limpieza, acondicionamiento, manejo y almacenamiento adecuado de los granos, se recomienda usar los productos químicos presentados a continuación:

Cuadro 7. Productos químicos utilizados para plagas de granos almacenados

PRODUCTO	DOSIS
Perimifos metil 50 EC	20 cc/tonelada de grano almacenado en 1 a 2 l de agua.
Perimifos metil 2%	500 g/30 qq de grano almacenado
Fenitrotion	20 cc/tonelada de grano almacenado
Disulfuro de carbono (C S2)	1 onz/10 qq ó 200-600 g/m3
Fosfuro de Aluminio	3 a 5 píldoras (0.6 g/20 qq de productos a granel). 1 tableta (3.0 g/10 sacos ó 1 a 2 píldoras por 2 sacos

12 ENFERMEDADES

Las enfermedades foliares en maíz no representaban mayor interés económico, sino hasta el aparecimiento de la mancha de asfalto. Adicionalmente, la irregularidad del establecimiento de las lluvias y consecuente retraso en la época de siembra, la introducción de cultivares y el cambio climático, han provocado que las enfermedades foliares tomen importancia económica, especialmente la conocida como mancha de asfalto.

Generalmente las enfermedades foliares se presentan después del período de fructificación (elote); sin embargo, cuando se presentan en periodos previos a esta fase, podrían representar una disminución en el rendimiento. A continuación, se mencionan las enfermedades que comúnmente se presentan en El Salvador.

12.1 Roya común (*Puccinia sorghi*)

Enfermedad ampliamente difundida en todo el mundo que alcanza mayor importancia cuando las plantas se acercan a la floración. Se le puede reconocer por las pústulas pequeñas y pulverulentas, en ambos lados de la hoja.

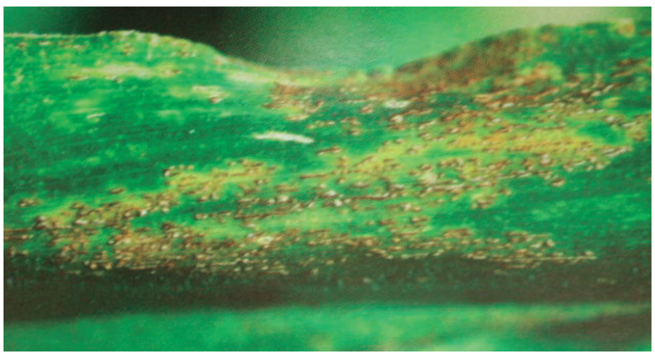


Fig. 1

12.2 Mancha foliar por Curvularia (*Curvularia lunata*)

Enfermedad causada por hongos, los cuales producen manchas pequeñas necróticas o cloróticas con una aureola de color claro. La enfermedad está generalizada en las zonas maiceras, cálidas y húmedas, donde puede causar daños considerables a los cultivos.

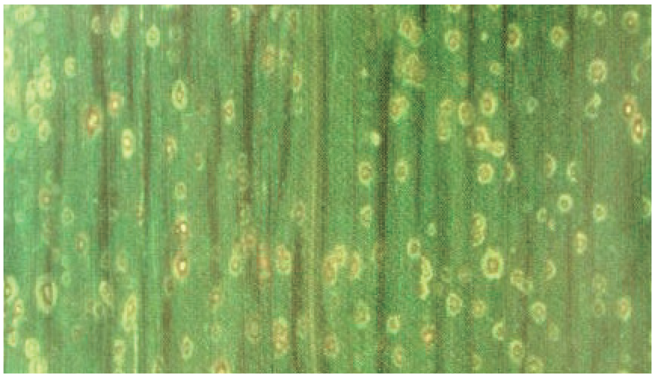


Fig. 2

12.3. Tizón foliar (*Helmintosporium turcicum*)

Es un hongo que se encuentra distribuido en todo el mundo, y uno de los primeros síntomas consiste en la aparición de manchas pequeñas ligeramente ovaladas y acuosas que se producen en las hojas, las cuales son fácilmente reconocibles. Posteriormente, estas manchas se vuelven tejidos necróticos alargados con puntos negros, que son las esporas del hongo. Cuando la infección se produce antes o durante la aparición de los estigmas, y si las condiciones son favorables, puede ocasionar daños económicos considerables.

Fig. 1 Roya común (*Puccinia sorghi*).
Fig. 2 Mancha foliar por *Curvularia lunata*.

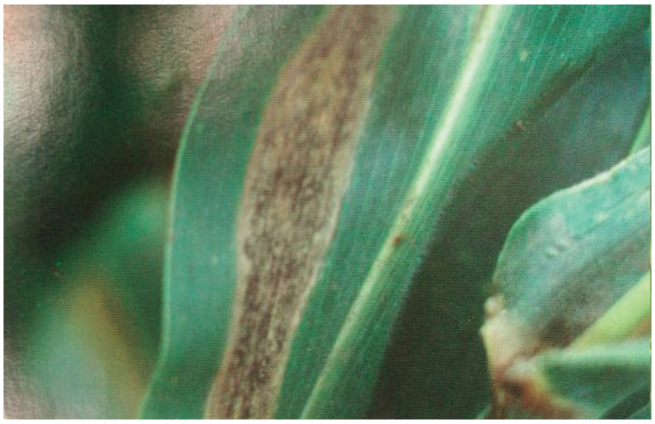


Fig. 3

12.4 *Sphaceloteca reiliana y Ustilaginoidea virens*

Se presenta muy raramente en condiciones húmedas, secas y cálidas. Los síntomas difieren de aquellos causados por otros carbones del maíz, porque no producen malformación de la espiga, ni infectan la mazorca como lo hace el verdadero carbón de la espiga.



Fig. 4

12.5 Mildiú (*Cenicilla*)

Existen varias especies de los géneros Peronosclerospora, Sclerospora y Sclerophtora causantes de los mildiús, los cuales constituyen un serio problema para los productores de maíz de varios países, siendo más común en las regiones cálidas y húmedas. La expresión de los síntomas depende en gran medida del patógeno, edad del cultivo y medio ambiente; algunos de estos patógenos causan mal formación de la espiga, lo cual obstruye la producción de polen y la formación de la mazorca. Esta enfermedad puede ser transmitida por semilla.



Fig. 5

Fig. 3 Tizón foliar causada por *Helminthosporium turcicum*.
Fig. 4 Falso carbón de la espiga.
Fig. 5 Malformación de la espiga.



Fig. 6

12.6 Mancha café (*Physoderma maydis*)

Ocurre en lugares con precipitación pluvial y temperaturas altas; ataca las hojas, los tallos y algunas veces hasta las brácteas de la mazorca.

El control para esta enfermedad no se ha establecido; aunque se han realizado investigaciones para ello, sólo se tienen trabajos relacionados con la resistencia genética, por lo que se recomienda utilizar variedades tolerantes o resistentes.

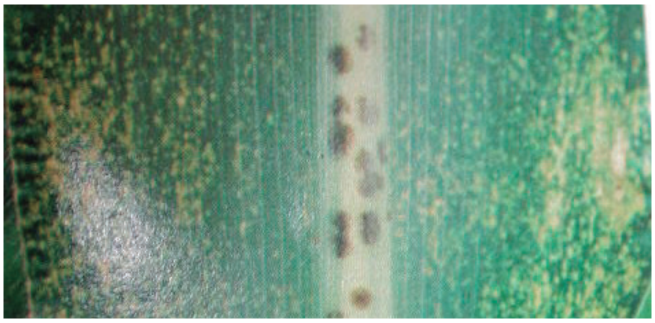


Fig. 7

12.7 Complejo mancha de asfalto (*Phyllachora maydis y Monographella maydis*)

Se presenta en zonas relativamente húmedas de los trópicos. En países de América se ha descubierto otro patógeno, *Monographella maydis,* que junto con *Phyllachora* forman el "complejo mancha de asfalto", el cual propicia el desarrollo de tejido necrótico alrededor de la mancha de asfalto. Primeramente se producen manchas brillantes y ligeramente abultadas de color negro; luego, esas lesiones se vuelven necróticas y pueden llegar a fusionarse, provocando la quemadura completa del follaje.



Fig. 8

Fig. 6 Mildiú en maíz, *Sclerophtora macrospora, Peronosclerospora sorghi.*
Fig. 7 Mancha café por *Physoderma maydis*.
Fig. 8 Mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*).

12.8 Pudrición del tallo por *Pythium* (*Pythium aphanidermatum*)

Las especies del género *Pythium* causan pudrición del tallo y de la semilla, mientras que los tizones, causan la pudrición en las plántulas. Inicialmente, se observa que los entrenudos inferiores se suavizan y se oscurecen tomando un aspecto acuoso, lo que debilita la planta, causándole el acame. La enfermedad puede afectar las plantas antes de la floración y permanecen vivas hasta que el tejido vascular se destruye.



Fig. 9

12.9 Achaparramiento del maíz (*Micoplasma helicoidal o Spiroplasma*)

Es una enfermedad transmitida por la chicharrita del maíz (*Dalbulus maydis*), cuyo síntoma se manifiesta, como su nombre lo indica, por el enanismo o achaparramiento de la planta, debido al acortamiento de los entrenudos, ramificación excesiva de las raíces, proliferación de mazorcas estériles lo que reduce la producción y en casos severos, la planta muere. Se recomienda sembrar híbridos resistentes a la enfermedad.



Fig. 10

Fig. 9 Pudrición del tallo por *Pythium*
Fig. 10 Proliferación mazorcas por achaparramiento.

12.10 Pudrición de mazorca por *Nigrospora*

Estado anamorfo: *Nigrospora oryzae*
Estado teleomorfo: *Khuskia oryzae*

Las mazorcas se disecan (momifican) y tienen poco peso; los granos se manchan y se desprenden fácilmente del olote. Un examen cuidadoso de los tejidos del olote y de las puntas de los granos mostrará pequeñas masas negras de esporas.

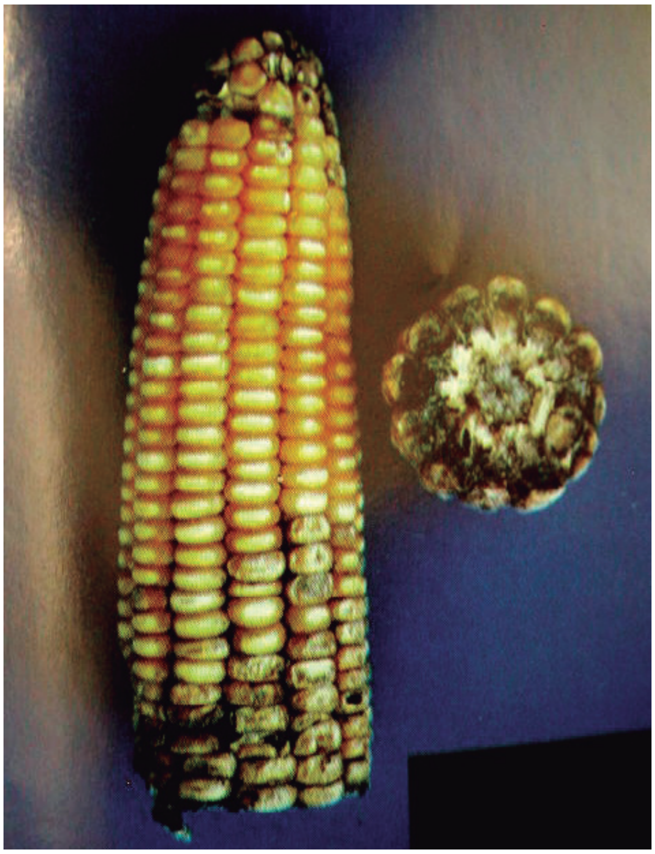


Fig. 11

12.11 Pudrición de mazorca por Stenocarpella (*Stenocarpella maydis*)

Esta enfermedad se encuentra con más frecuencia en zonas o regiones cálidas y húmedas. Las mazorcas presentan áreas necróticas e irregulares en las brácteas, las cuales, al desprenderse, muestran las mazorcas disecadas y con moho blanquecino entre los granos. El *Stenocarpella maydis* produce sustancias nocivas para aves.



Fig. 12

Fig.11 Pudrición de mazorcas por *Nigrospora*.
Fig.12 Pudrición de mazorcas por *Stenocarpella*

12.12 Pudrición bacteriana del tallo (*Erwinia carotovora*)

Es una enfermedad causada por bacterias, muy común en climas con altas temperaturas y alta humedad. Se propaga rápidamente en la planta hospedante y la destruye. Las plantas infectadas adquieren un color oscuro, tienen aspecto acuoso en la base del tallo, se acaman y mueren poco después de la floración. La descomposición bacteriana produce un olor característico desagradable.



Fig. 13

12.13 Enfermedades en grano almacenado

Otro de los problemas importantes en el período de post dobla y almacenamiento son los hongos, que contribuyen al calentamiento y descomposición de los granos, debido al metabolismo de estos microorganismos que crecen y se reproducen cuando los factores ambientales le son favorables, especialmente la temperatura y humedad relativa.

Los hongos comienzan a aparecer cuando la humedad relativa alcanza el 65% y se manifiestan primero en granos o semillas muertos o con poca vitalidad, o bien en granos o semillas vivas que tengan rota la cubierta.

Los hongos producen unas enzimas que descomponen a los carbohidratos, grasas y proteínas del grano o semilla y deterioran su calidad. La acidez de los granos en estas condiciones se incrementa y la capacidad germinativa decrece lenta o rápidamente hasta desaparecer.

Dentro de los hongos más importantes que se desarrollan en granos almacenadosestán los llamados Fusarium moniliforme (*Diplodia* sp, *Aspergillus* sp, *Penicillium* sp y *Rhizopus* sp).

Estos hongos son capaces de invadir y producir infecciones en el campo y durante el período de almacenamiento; requieren una humedad relativa de 65 a 90% y un alto contenido de humedad en el grano (24-25%) para poder crecer.

Fig. 13 Pudrición del tallo por *Erwinia*.

13 COSECHA



Esta actividad se debe realizar cuando el maíz alcanza la madurez fisiológica. Un buen indicador de esta fase es la presencia de la capa negra del grano en el punto de inserción del grano en el olote. Es en este momento que la calidad del grano está en su punto máximo; de aquí en adelante tiende a disminuir a una tasa que depende de la forma en que sea manejado.

En nuestro medio, el agricultor dobla la planta de maíz para reducir la humedad del grano, llevándolo hasta porcentajes de humedad que permitan el desgrane y almacenamiento sin causar deterioro en su calidad. En la mayoría de los casos, el maíz se deja doblado en el campo por más tiempo, especialmente cuando el clima favorece el secado de grano todavía en la planta.

La fecha para realizar la práctica de dobla puede variar dependiendo de las condiciones climáticas de cada localidad del ciclo vegetativo del cultivo, así como si el agricultor establecerá un cultivo de relevo. Por lo general, la dobla se puede realizar entre los 110 a 115 días del cultivo.

La cosecha se debe realizar lo más pronto posible después de la madurez fisiológica, para evitar pérdidas por pudrición, causadas por hongos; infestación por plagas (gorgojos, termitas, etc.) o cualquier otro factor que perjudique la producción.

Luego de la cosecha, el maíz se puede secar en mazorca antes del desgrane; o si la mazorca tiene porcentaje de humedad que permita el desgrane si dañarlo, se puede desgranar y luego secar solo el grano. Esto se realiza sobre patios de concreto, toldos, plásticos negros, etc. Existen también secadoras artificiales.



14 MANEJO POSCOSECHA



El manejo del grano de maíz después de la cosecha es muy importante para mantener la buena calidad, tanto para el consumo de las familias como para la comercialización.

A nivel mundial, las pérdidas de granos almacenados están por el orden de 10% del total de la producción. En El Salvador, las pérdidas se estiman alrededor de 10 al 25%, debido al ataque de diferentes plagas (insectos, hongos, roedores). Además, existen otros factores causantes de pérdidas del maíz en la fase de poscosecha, entre ellos están: la humedad excesiva, las impurezas y altas temperaturas, los cuales, por desconocimiento, no se manejan adecuadamente.

14.1 Importancia de la limpieza del grano

Mantener el grano limpio es importante por lo siguiente: el grano no se deteriora ni se calienta tan rápido y los insectos retardan su reproducción.

14.2 Importancia del secado del grano

De la misma manera, el secado del grano, luego de la cosecha, es importante debido a que evita el aumento de calor, disminuye el proceso respiratorio, disminuye la reproducción de hongos y reduce el riesgo de germinación del grano en el almacén.



14.3 Prácticas para la conservación del grano

Entre algunas recomendaciones para la buena conservación del grano están las siguientes:

- No quebrar el grano durante la cosecha.
- Separar el grano dañado.
- Secar bien el grano: un buen secado hace que el grano sea más resistente al ataque de insectos u hongos. Para obtener un buen secado se debe colocar el grano sobre superficies secas y al sol. No es conveniente secarlo sobre el suelo, ya que puede humedecerse fácilmente.

- Usar insecticidas en los depósitos (sacos) y equipo que se utilicen.
- Utilizar trojas techadas, silos u otros depósitos para conservar el grano.

14.4 Daños causados por los insectos a los granos

14.4.1 Directo

Consiste en la destrucción del grano a causa del insecto, cuando se alimenta de él, por ovoposiciones, excremento o por los mismos insectos muertos que contaminan el grano haciéndolo polvoso, sucio e inaceptable como alimento humano.

14.4.2 Daño indirecto

Consiste en el calentamiento del grano producido por el metabolismo de los insectos, el cual origina el mal olor, debido al desarrollo de microorganismos.

En el capítulo referido a las plagas del maíz se mencionan los principales insectos plagas que causan daño al grano en el almacenamiento.

15 ANEXOS

Anexo 1. Control químico de malezas en el cultivo del maíz

HERBICIDA O MEZCLA	DOSIS PRODUCTO COMERCIAL	ÉPOCA DE APLICACIÓN	MALEZAS CONTROLADAS	OBSERVACIÓN
Diuron	0.5-1.0 kg/mz	Pre emergente a cultivos y malezas	Dicotiledóneas y gramíneas anuales	Aplicar antes que emerja el cultivo y malezas. Su acción es menor en suelos con alto contenido de P2O5. No usar en suelos livianos y percola. Tiene acción total.
Alachlor (4 EC)	0.7-1.0 l/mz	Pre emergente a cultivos y malezas	Dicotiledóneas y gramíneas anuales	Aplicar antes que emerja el cultivo y malezas. Su acción es menor en suelos con alto contenido de P2O5. No usar en suelos livianos y percola. Tiene acción total.
Alachlor (4EC)	1.5-2.5 l/mz	Pre emergente y pre siembra incorporada	Gramíneas anuales	Actúa por vía al suelo. Tiene residualidad en el suelo por un período de 6 a 10 semanas.
Pendimethalin 500	1.5-2.5 l/mz	Pre emergente	Gramíneas difíciles de controlar y algunas dicotiledóneas	Tiene acción residual en el suelo; se requiere de humedad de campo en el suelo para activarse. Preferible usar solo en el sistema convencional.

Anexo 1 Cont. Control químico de malezas en el cultivo del maíz

HERBICIDA O MEZCLA	DOSIS PRODUCTO COMERCIAL	ÉPOCA DE APLICACIÓN	MALEZAS CONTROLADAS	OBSERVACIÓN
Basagran	1.5-2.5 l/mz	Post emergente a cultivos y malezas	Ciperáceas y Dicotiledóneas	Actúa por vía al follaje, efectivo en estados tempranos de dicotiledóneas.
Glifosato 35.6%	1.0-2.0 l/mz	Post emergente a la maleza y Pre emergente al cultivo	Todo tipo de malezas	Actúa por vía del follaje. Es sistémico, efectivo en cero labranza y se deben esperar cinco días para sembrar.
Glifosato 24%	1.5-3.0 l/mz	Idem Glifosato	Idem Glifosato	Idem Glisofato
2,4-D Anima	0.25-1.0 l/mz	Post emergente	Dicotiledóneas y Ciperáceas	Cuando las malezas estén pequeñas y el maíz tenga una altura de 15 cm, dirigir la aplicación dentro de surco para evitar contacto con el cultivo. Evitar acarreo por el viento hacia cultivos susceptibles. Evitar el uso del equipo de aspersión del 2,4-D para aplicaciones de insecticidas y fungicidas en cultivos susceptibles.
2,4-D +Dicamba	1.0-1.5 l/mz	Post emergente a cultivos y malezas	Dicotiledónea y Ciperáceas	Idem 2,4-D Amina (Hedonal o MCPA)
Fenoxiacetico 80 SP	1.0 kg/ha	Post emergente	Dicotiledónea, Ciperáceas, Ipomoea (Bejucos)	Idem 2,4-D Amina (Hedonal o MCPA)

Anexo 1 Cont. Control químico de malezas en el cultivo del maíz

HERBICIDA O MEZCLA	DOSIS PRODUCTO COMERCIAL	ÉPOCA DE APLICACIÓN	MALEZAS CONTROLADAS	OBSERVACIÓN
Atrazina 80% PM	0.75-1.5 kg/mz	Pre siembra o Pre emergente	Dicotiledóneas y algunas gramíneas anuales	Bajas dosis para suelos livianos con bajo contenido de materia orgánica.Dosis mayores para suelos pesados con alto contenido de materia orgánica. Preferible aplicar inmediatamente después de sembrar y nunca aplicar sobre malezas que excedan 4 cm de altura. Atrazina persiste en el suelo por más tiempo que otros herbicidas (80 a 100 días), por lo que, en los suelos tratados con este herbicida, no deben sembrarse otros cultivos excepto maíz o sorgo. Si se sigue con otro cultivo susceptible, no exceder la dosis recomendada o use una mezcla.
Atrazina+Alachlor	0.75-1.5 kg/mz+1.5-2.0 1/mz	Pre emergente	Dicotiledóneas y algunas gramíneas anuales	En la preparación de la mezcla, diluir primero la Atrazina en el tanque o aspersora, luego agregar el Alachlor.

16 BIBLIOGRAFÍA

Allard, R.W. Principios de la mejora genética de las plantas. 1980 4ta. Edición. Ediciones Omegas, S.A.

CIMMYT. 2004. Curso Producción de Semillas de Alta Calidad y Post-Cosecha (2006, Catacamas, Olancho, Honduras).. Manejo de la producción de semilla de maíces híbridos. Texcoco, México. 60p.

Córdova, H. 2005. Progreso en el mejoramiento y evaluación de germoplasma de maíz de alta calidad proteinica y perspectivas hacia el 2010. In Primer Seminario Taller Red de Mejoradores de maíz QPM de Latinoamérica. CIMMYT El Batán, Texcoco. México.

Choto, Cristina. 1997. Oferta y demanda de semilla mejorada de maíz en El Salvador. CENTA-CIMMYT, PRM.

Dowswell, C; Paliwal, R.L.; Cantrell, R. Maize in the third world.1996. WestviewPress.

DGEA-MAG. 2010. Anuario Estadístico Primera Encuesta de Propósitos Múltiples 2009-2010. El Salvador.

HR Lafitte. 1994. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. México, D.F.: CIMMYT.

Jugenheimer, Robert W. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Editorial Limusa. Tercera reimpresión 1988. México

Ortega, Alejandro C. 1987. Insectos nocivos del maíz: una guía para su identificación en el campo. México, D.F.: CIMMYT.

Sain, Gustavo. 1997. Producción de maíz y políticas agrícolas en Centroamérica y México. San José, Costa Rica.: CIMMYT, PRN.

